

VŠB – Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní

Technologický postup zdvihu elektromotoru  
The Technological Process for the Stroke of an Electric Engine

Student:

Bc. Hubert Folta

Vedoucí diplomové práce:

doc. Ing. František Helebrant, CSc.

Ostrava 2017

VŠB - Technická univerzita Ostrava  
Fakulta strojní  
Katedra výrobních strojů a konstruování

## Zadání diplomové práce

Student: **Bc. Hubert Folta**  
Studijní program: **N2301 Strojní inženýrství**  
Studijní obor: **3909T001 Konstrukční a procesní inženýrství**  
Specializace: **72 Technická diagnostika, opravy a udržování**  
Téma: **Technologický postup zdvihu elektromotoru**  
**The Technological Process for the Stroke of an Electric Engine**

Jazyk vypracování: **čeština**

Zásady pro vypracování:

Zpracujte návrh technologického postupu, resp. projektu zdvihu elektromotoru, který je nutný k provedení vlastní opravy. V rámci zadání zpracujte.

1. Rešerši a analýzu dané problematiky.
2. Obecný ideový a technický návrh řešení technologického postupu.
3. Daný návrh aplikujte na daný výrobní provoz a případ.
4. Zhodnoťte přínos nového řešení.

Další bližší specifikace bude provedena v průběhu zpracovávání diplomové práce.

Rozsah práce min. 45 stran textu.

Seznam doporučené odborné literatury:

- PAČAIOVÁ, H., SINAY, J., GLATZ, J.: *Bezpečnost a riziká technických systémů*. TU v Košiciach 2009, I. vydání, 246 s., ISBN 978-80-553-0180-8
- HRABEC, L. – HELEBRANT, F. – MAZALOVÁ, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost – III. Ustavování strojů*. VŠB – TU Ostrava, Ostrava 2007, I. vydání, 92 s., ISBN 978 – 80 – 248 – 1449 – 0
- HELEBRANT, F.: *Technická diagnostika a spolehlivost – IV. Provoz a údržba strojů*. VŠB – TU Ostrava 2008, I. vydání, 130 s., ISBN 978-80-248-1690-6
- ČSN EN 13306:2002 *Údržba – Terminologie údržby*
- ČSN EN 15628:2016 *Údržba – Kvalifikace pracovníků údržby*
- ČSN EN 13460:2009 *Údržba – Dokumentace údržby*

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **doc. Ing. František Helebrant, CSc.**

Datum zadání: 09.12.2016

Datum odevzdání: 15.05.2017



---

doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář  
*vedoucí katedry*



---

doc. Ing. Ivo Hlavatý, Ph.D.  
*děkan fakulty*

Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....15. 5. 2017.....

.....*Hubert Foltá*.....

Bc. Hubert Foltá

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB-TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že diplomová práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího diplomové práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití – mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....15.5.2017.....

  
.....  
podpis

Jméno a příjmení autora práce: Bc. Hubert Foltis

Adresa trvalého pobytu autora práce: Alej míru 804, Jablunkov

### Poděkování

Děkuji vedoucímu diplomové práce. doc. Ing. Františku Helebrantovi, CSc. za odborné rady, kterými přispěl k vypracování této diplomové práce. Dále bych rád poděkoval své ženě a celé rodině za podporu a trpělivost v tomto náročném období.

## **ANOTACE DIPLOMOVÉ PRÁCE**

FOLTA, H. *Technologický postup zdvihu elektromotoru.*

Ostrava: VŠB – Technická univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra výrobních strojů a konstruování, 2017, 59 s. Vedoucí práce: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

V rámci mé diplomové práce uvedu nejdůležitější informace, které jsou nutné k realizaci projektu „Zdvih elektromotoru“. V první části diplomové práce popíšu předprojektovou přípravu, návrh technického řešení a orientační výpočty. V praktické části podrobně popíšu technologický postup, průběh realizace celého projektu a uvedu problémy, se kterými jsme se během realizace setkali.

## **ABSTRACT OF MASTER THESIS**

FOLTA, H. *The Technological Process for the Stroke of an Electric Engine*

Ostrava: VŠB – Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Production Machines and Design, 2017 59 p. Thesis head: doc. Ing. František Helebrant, CSc.

In my master thesis, I will introduce the most important information needed for realization of the project “The Stroke of an Electric Engine“. In the first part of the thesis, I will present the preparation of the project, suggestion for technical solving of the project and estimate calculations. In the practical part, I will describe the technological proces, the course of the project realization and I will mention the problems that we went through during the realization.

# Seznam použitých značek

$T_x$ .....	Souřadnice těžiště v ose x	[mm]
$m_1 - m_{13}$ ....	Hmotnosti jednotlivých částí hřídele	[kg]
$m_{14}$ .....	Hmotnost rotoru	[kg]
$m_{15}$ .....	Hmotnost setrvačníku	[kg]
$D$ .....	Jmenovitý průměr	[mm]
$R$ .....	Stoupání závitu	[mm]
$M_u$ .....	Utahovací moment	[N·m]



# Obsah

	strana
Seznam použitých značek .....	8
1 Úvod.....	12
2 Výběrové řízení .....	13
2.1 Poptávka.....	13
2.2 Prohlídka staveniště .....	13
2.3 Návrh konstrukčního řešení .....	14
Výpočet těžiště .....	16
Technický návrh zdvihu elektromotoru .....	17
2.4 Cenová nabídka, kalkulace a smlouva o dílo .....	18
Předmět plnění.....	18
Termíny .....	19
Protiplnění .....	19
Kalkulace.....	20
Smlouva o dílo .....	21
3 Příprava realizace .....	21
3.1 Harmonogram .....	22
3.2 Technologický postup.....	23
Vstupní podklady .....	23
Charakteristika zakázky .....	23
Situace na staveništi .....	23
Přejímka pracoviště .....	23
Časové údaje .....	24
Příprava montážních mechanismů a pomůcek .....	24
Přeprava a skladování.....	25
Požadavky na profesní a kapacitní nasazení pracovníků .....	25

Vázání břemen.....	25
Montážní postup.....	26
Vstupní, mezioperační a výstupní kontrola.....	28
Bezpečnostní opatření .....	29
Bezpečnostní rizika .....	31
Protipožární opatření .....	34
Plán EHS (Environment, Health, Safety).....	34
Zahájení montážní zakázky .....	34
3.3 Technologický postup svařování .....	36
Základní materiály: .....	36
Metody svařování.....	36
Přídavné materiály.....	36
Požadavky na kvalifikaci svářečů .....	36
Svářečský dozor .....	37
Příprava svárových ploch a svařování.....	37
Kontrola a zkoušení svarů .....	38
4 Výroba, montáž, zdvih a spuštění .....	39
4.1 Výroba .....	39
Pásová pila na kov.....	39
Kyslíko-acetylenová souprava .....	40
Malá úhlová bruska - Bosh GWS 13.....	41
Svářecí souprava Esab Buddy Arc 180 .....	42
Velká úhlová bruska GWS 22.....	43
Magnetická vrtačka .....	44
4.2 Montáž .....	45
4.3 Zdvih a spuštění .....	52
5 Závěr .....	57

Seznam použitých zdrojů .....	58
Seznam použitých zkratek.....	59

# 1 Úvod

Účelem této diplomové práce je popsat projekt zdvihu elektromotoru od poptávky, přes přípravu realizace až po samotné provedení zdvihu elektromotoru. Elektromotor je osazen na hřídeli, společně se setrvačником a dvěma spojkami. Před provedením výměny komutátoru a oprav na zařízení je nutné vyzvednout setrvačnik, elektromotor a spojky o 1,6 m od osy otáčení hřídele. Požadovaná výška zdvihu je určena dle rozměru komutátoru, který bude demontován a následně montován vcelku. Po zdvihu celé sestavy se demontuje komutátor. Uvolněný komutátor se transportuje jeřábem podél hřídele nad ložiskovými domky až do volného prostoru. Zvednutím elektromotoru se odkryje spodní část statorového vinutí, na kterém se provedou opravy. Po dokončení oprav a montáži nového komutátoru se celá sestava spustí do původní pozice.

Umístění elektromotoru uprostřed zastavěného prostoru výrobní haly, neumožňuje použít cenově dostupný jeřáb, který by byl na tuto práci ideální. V rámci mé diplomové práce navrhnu technické řešení zdvihu elektromotoru tak abych splnil cenové, termínové a bezpečnostní požadavky objednatele. Správnost technického řešení bude ověřena samotnou realizací.

## 2 Výběrové řízení

### 2.1 Poptávka

Začátkem každého projektu je poptávka zadavatele. Poptávkou zadavatel specifikuje rozsah prací a termíny plnění. V tomto případě znělo zadání stručně:

- Zvednout rotor elektromotoru společně s hřídelí a setrvačníkem o 1,6 m tak, aby nic nebránilo demontáži komutátoru.
- Zdvih elektromotoru musí být navrhnout bez použití jeřábu, protože v době opravy bude široké okolí strojovny obestavěno novou a stávající technologií.
- Přípravné práce, zdvih a zpuštění nesmí trvat déle než 7 dnů.

Po obdržení poptávky následuje prohlídka pracoviště.

### 2.2 Prohlídka staveniště

Elektromotor je umístěn ve své vlastní strojovně o půdorysu 10 x 5 m a výšky 5 m. Strojovna se nachází uvnitř výrobní haly a je uzavřena ze všech stran. V okolí strojovny jsou rozmístěny válcovací stolice a jiná zařízení, která brání použití autojeřábu. Strojovna se dělí na dvě části. V první části strojovny jsou umístěny rozvaděče el. energie. V druhé části je natěsnán elektromotor (obr. 1).



Obr. 1 – Elektromotor

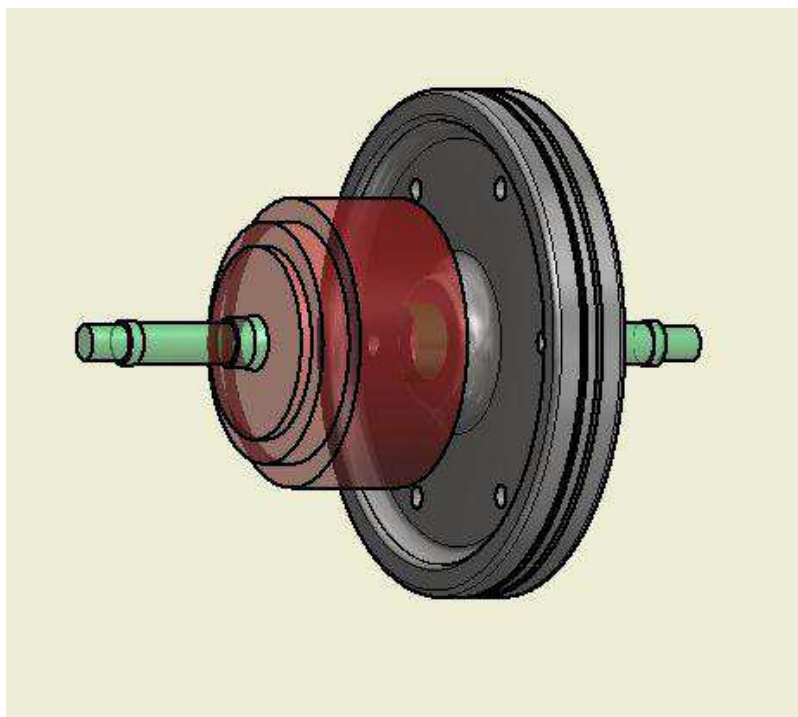
. Nad střechou strojovny vede jeřábová dráha s mostovým jeřábem nosnosti 10 t. V blízkosti elektromotoru je podlahou vedeno velké množství kabeláže a potrubí pro rozvod médií (obr. 2), což značně omezuje možnosti pro umístění pomocné ocelové konstrukce.



Obr. 2 – Kabelový kanál

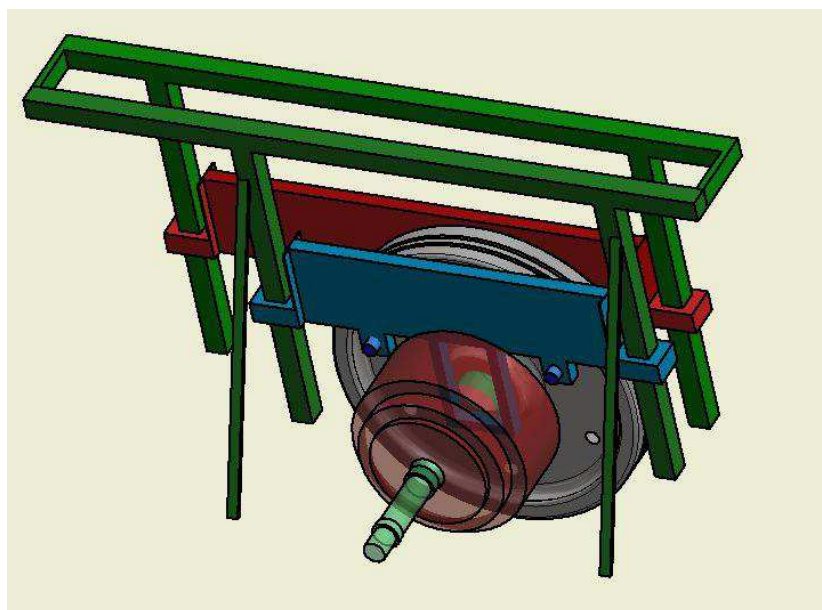
## 2.3 Návrh konstrukčního řešení

Už během prohlídky staveniště bylo jasné, že se nenabízí moc možností jak stabilně uchytit a zvednout motor. Hřídel má nepravidelný tvar s dvěma kuželovými přechody. Prostor mezi setrvačником a elektromotorem je pouze 300 mm. Pro lepší představu o možnostech uchycení jsem si vyžádal výkresovou dokumentaci zařízení. Kvůli stáří a špatnému stavu zachovaných výkresů jsem dostal pouze jejich fotografie. Po prostudování fotodokumentace jsem dostal nápad využít děr v setrvačniku a rovné části hřídele mezi elektromotorem a setrvačником. Rozhodl jsem se, že si celé zařízení překreslím zjednodušeně do 3D prostředí programu Autodesk - Inventor professional (obr. 3).



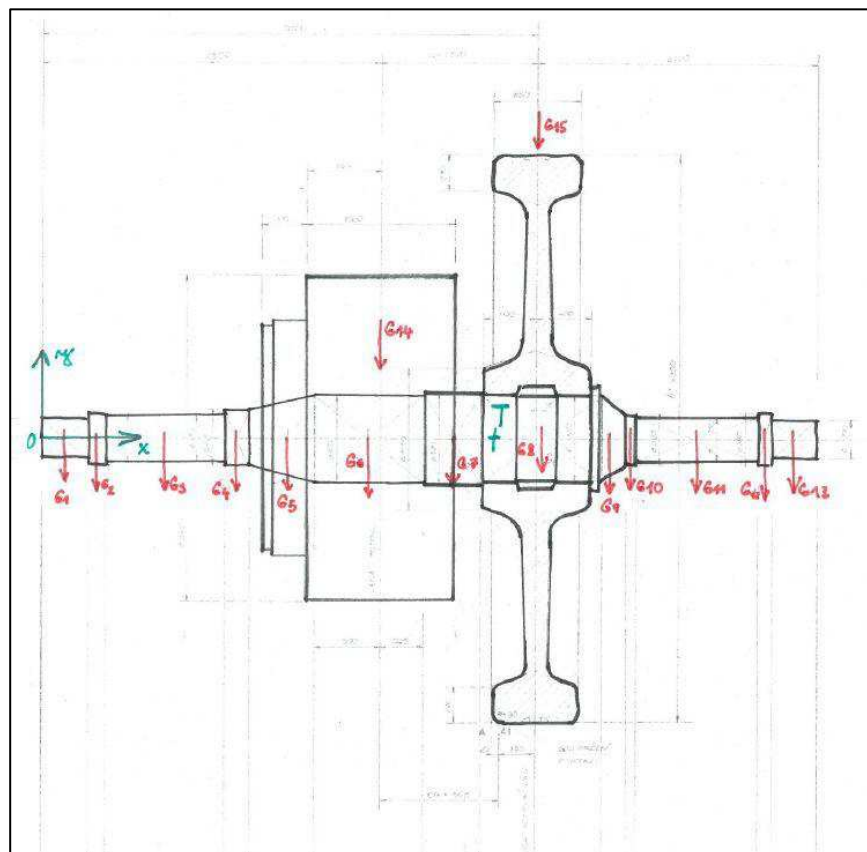
Obr. 3 – Zjednodušený nákres sestavy zařízení

Převedení výkresu do 3D modelu mi umožnilo zkontrolovat rozměry, které jsem si naměřil už při prohlídce staveniště. Po několika hodinách práce v 3D prostředí jsem dosáhl výsledku, který mi přišel realizovatelný. Pro zdvih setrvačníku jsem navrhl sestavu ocelové konstrukce, která podepře setrvačnick s hřídelí a elektromotorem ve třech bodech (obr. 4).



Obr. 4 – Návrh ocelové konstrukce

Kvůli ověření použitelnosti konstrukce jsem se rozhodl vypočítat těžiště soustavy hřídele, setrvačníku a elektromotoru. Počáteční bodem pro výpočet  $T_x$  souřadnice těžiště jsem zvolil hranu hřídele (obr. 5). Pro výpočet dílčích momentů jsem využil tabulkového procesoru Microsoft Excel 2010 (tab č. 1).



Obr. 5 – Rozmístění zatížení

### Výpočet těžiště

$$T_X = \frac{\sum_{i=1}^n m_i \times x_i}{\sum_{i=1}^n m_i} = \frac{199435}{59487} = 3353 \text{ mm}$$

kde:

$m_1 - m_{13}$  [kg] – hmotnosti jednotlivých částí hřídele

$m_{14}$  [kg] – hmotnost rotoru

$m_{15}$  [kg] – hmotnost setrvačníku



Tabulka 1 – Výpočet těžiště

Výpočet těžiště - Setrvačnick					
	Objem [m <sup>3</sup> ]	Hustota [t/m <sup>3</sup> ]	Hmotnost [Kg]	Rameno k bodu X <sub>T0</sub> [m]	Moment k bodu X <sub>T0</sub> [kgm]
G1	0,0247	7,85	194	0,175	34
G2	0,0136	7,85	107	0,41	44
G3	0,0866	7,85	680	0,92	625
G4	0,0221	7,85	173	1,45	252
G5	0,1188	7,85	933	1,79	1 669
G6	0,2738	7,85	2149	2,463	5 294
G7	0,1616	7,85	1269	3,098	3 930
G8	0,2987	7,85	2345	3,77	8 840
G9	0,0373	7,85	293	4,308	1 261
G10	0,0074	7,85	58	4,425	257
G11	0,0885	7,85	695	4,914	3 414
G12	0,0125	7,85	98	5,429	533
G13	0,0247	7,85	194	5,659	1 097
G14 - Rotor			14300	2,55	36 465
G15 - Setrvačnick			36000	3,77	135 720
Suma G1-G15			59487		199 435
Vzdálenost těžiště od bodu X <sub>T0</sub> = 3353 mm					

Výsledek výpočtu těžiště hodnotím pozitivně. Vypočtené těžiště se nachází za navrhovaným nosníkem v místě uložení setrvačnicku. Zhodnotil jsem, že mnou navrhovaná koncepce zdvihu je reálná. Následně bylo nutné promyslet a sepsat technický princip zdvihu.

### Technický návrh zdvihu elektromotoru

Motor bude vyzvednut společně s hřídelí a setrvačnickem pomocí hydraulického čerpadla s rozdělovačem pro 4 samostatné hydraulické válce. Hydraulické válce budou zvedat 2 nosníky uložené mezi sloupy pomocné ocelové konstrukce. Hmotnost zvedané sestavy je přibližně 60 t. Nosníky budou vyrobeny z odpovídajících profilů, typizovaných dílů a žeber. Na nosníky budou zavěšena táhla, která vytvoří kapsu obepínající hřídel. V nosnících budou vytvořeny kapsy pro ocelové silnostěnné trubky ø 170 mm. Trubky spojí skrz setrvačnick oba dva nosníky. Tím bude celá sestava uchycena ve třech místech. Pomocná ocelová konstrukce se zkombinuje z již vyrobených typizovaných ocelových dílů. Rámy budou v horní části ztuženy zavětrováním a vzájemně propojeny odpovídajícími profily. Sloupy budou kotveny k podlaze pomocí závitových tyčí a chemických kotev. Sloupy rámu ze strany motoru budou navíc kotveny pomocí diagonály do podlahy strojovny. Celá sestava bude zvedána postupně po 60 mm krocích.

Po jednotlivých krocích budou nosníky podkládány zpevněnými profily Heb 140. Kroky se budou opakovat, dokud nebude sestava dostatečně vysoko pro demontáž komutátoru.

## **2.4 Cenová nabídka, kalkulace a smlouva o dílo**

Když mám vypracovanou představu realizace, tak mi nic nebrání se zpracováním cenové nabídky. Každá cenová nabídka musí obsahovat fakta týkající se zhotovení díla. Již během zpracování cenové nabídky je nutné dohodnout předběžné termíny plnění, rozsah plnění a protiplnění zhotovitele. Dobře sepsaná nabídka zaručuje lepší pozici při vyjednávání rozsahu, ceny a znění smlouvy o dílo.

### **Předmět plnění**

Předmětem nabídky je vyzvednutí hřídele a rotoru společně se setrvačníkem o výšku nutnou pro výměnu komutátoru v ose rotoru, jejich bezpečné zajištění v této poloze po dobu nutnou pro výměnu komutátoru a následné spuštění zpět do původní polohy. Celková hmotnost zvedané části bude max. 60 t. Maximální výška zdvihu – 1600 mm.

#### **Cena obsahuje náklady na:**

- projekt, výrobu a montáž pomocných konstrukcí pro zvedání a zajištění v poloze,
- náklady na zvedací mechanismy (hydraulika),
- náklady na provedení zdvihu, zajištění v poloze a spuštění,
- náklady na montážní pomůcky a pomocný montážní materiál,
- úklidové práce a likvidaci odpadů.

#### **Cena neobsahuje náklady na:**

- demontážní práce, úprava prostoru pro samotné zvedání (demontáž stropu nad motorem, demontáž stěn před a za motorem),
- rozpojení spojek, povolení ložisek,
- demontáž a zpětnou montáž rozvodů mazání, vzduchu, vody, elektřiny, plynu,
- demontáž a montáž komutátoru,

- demontáž vrchní části statoru,
- zhotovení elektrických přípojek,
- stavební a demoliční práce,
- účast pracovníků na zkouškách zařízení,
- uvedení do provozu,
- DPH.

## **Termíny**

V době zpracování cenové nabídky nebyl znám přesný termín opravy. Orientační termín pro zdvih je plánován na měsíce listopad až prosinec. Pro samotné zvedání rotoru včetně setrvačníku budou potřeba 2 dny. Dva dny budou potřeba také pro zpětné spuštění. To platí za předpokladu připravenosti místa dle našich požadavků. Požadujeme mít přístup do montážního prostoru pro provádění přípravných prací min. 4 dny před začátkem zvedání a pro provádění úklidových prací min. 3 dny po usazení. V těchto dnech požadujeme mít montážní prostor zcela k dispozici vč. možnosti využití mostového jeřábu.

## **Protiplnění**

Součástí každé nabídky by mělo být popsáno protiplnění objednatele. Protiplnění popisuje požadavky na součinnost objednatele.

- Předání všech potřebných rozměrů a váhových údajů o zvedaném zařízení nutných pro statické posouzení zdvihu a zajištění ve vyzvednuté poloze.
- Přípravu prostoru po samotné zvedání (tzn. demontáž stropu nad motorem, demontáž stěn před a za motorem, demontáž dalších zařízení, které budou v kolizi s pomocnou konstrukcí pro zdvih motoru).
- Zajistit rozpojení a odpojení částí určených ke zdvihu (tzn. rozpojení spojky, povolení ložiskových domků atd.)
- Zajistit demontáž a zpětnou montáž rozvodů mazání, vzduchu, vody, elektřiny, plynů, odsávání atd.
- Zajistit demontáž vrchní části statoru.
- Zhotovení elektrických přípojek – předpokládáme napojení na stávající zdroje.
- Koordinaci s provozem TŽ, a.s. a případně dalšími montážními organizacemi.
- Možnost využití stávajícího mostového jeřábu včetně trvalé obsluhy.

- Předmontážní plochu 10 x 10 m.
- Šatnu a soc. zařízení pro 10 pracovníků.
- Volné přístupové cesty k objektu.

## **Kalkulace**

Cenová kalkulace je přehled jednotlivých složek nákladů projektu. Cena montážních prací vzniká podle principu „náklady + zisk = cena“. V tabulce č. 2 je znázorněn orientační přehled nákladů k akci „zdvih elektromotoru“. Ceny uvedené v tabulce č. 2 jsou orientační.

Tabulka 2 – Cenová kalkulace

<b>Zdvih elektromotoru - Kalkulace</b>	
<b>Výkony</b>	
Tržby za prodej vlastních výrobků a služeb	1 100 000 Kč
<b>Spotřeba materiálu a energie</b>	
Základní materiál	155 750 Kč
Spojovací a svařovací materiál	90 000 Kč
Přímé materiálové náklady ostatní	10 000 Kč
Materiál pro bezpečnost a hyg. práce	5 000 Kč
Spotřeba jednoúčel. a mont. pomůcek	750 Kč
Spotřeba energií a tepla	50 000 Kč
<b>Služby</b>	
Subdodávky speciálních výkonů	145 000 Kč
Subdodávky výkonů služeb	40 000 Kč
Cestovní náklady - diety, cestovné, jízdné	17 500 Kč
Spoje, poštovné	1 000 Kč
Likvidace odpadů, úklid, praní	1 000 Kč
<b>Druhotné náklady provozní</b>	
Nákladní doprava	12 500 Kč
Osobní doprava	20 000 Kč
<b>Druhotné náklady režijní</b>	
základna pro propočet režii	132 599 Kč
režie správní	30 691 Kč
režie technologická	50 001 Kč
<b>Osobní náklady</b>	
Mzdové náklady	182 599 Kč
Náklady na sociální zabezpečení a zdravotní pojištění	62 084 Kč
<b>VÝKONY A VÝNOSY CELKEM</b>	1 100 000 Kč
<b>NÁKLADY CELKEM</b>	1 006 474 Kč
<b>ZISK CELKEM (po zdanění)</b>	93 526 Kč

## **Smlouva o dílo**

Po úspěšném ukončení výběrového řízení nastává období, kdy probíhají jednání ohledně smlouvy o dílo.

Smlouva o dílo určitě nesmí postrádat jasné vymezení smluvních stran, údaje o objednateli a informace o zhotoviteli, tedy montážní firmě. Ve smlouvě musí být dále vymezeno, co je předmětem, tedy dílem, a také musí být uvedena odměna za vyhotovení a platební podmínky. Důležité je také určení termínu dokončení a případné sankce za zpoždění, neměly by chybět ani možnosti, za kterých lze odstoupit od smlouvy. Mimo to se obě strany mohou dohodnout na různých doplňkových ustanoveních, jako jsou požadavky na protiplnění objednatele. Zákon nevymezuje přesnou podobu smlouvy o dílo, jen udává to, co v ní určitě musí být. Dále se mohou obě strany domluvit téměř na čemkoliv, samozřejmě to ale nesmí být v rozporu s obchodním zákoníkem.

## **3 Příprava realizace**

Je-li uzavřena smlouva o dílo, začíná příprava realizace samotného projektu. V první řadě musí být odpovědným konstruktérem vypracován projekt, který obsahuje dílenskou dokumentaci, statický výpočet a normy, kterými se bude projekt řídit. Pro provedení zdvihu elektromotoru byla projektantem stanovena norma ČSN EN 1090-2+A2 [1]. Tato norma musí být respektována jak při výrobě jednotlivých dílů, tak při sestavování ocelové konstrukce.

Realizace zakázky bývá komplikovanou záležitostí, proto je nutné zpracovat technologický postup, který slouží jako komplexní technický podklad projektu a zajišťuje požadovanou jakost projektu. Během realizace slouží jako pomůcka pro všechny pracovníky. Součástí projekční dokumentace bývá mimo jiné také technologický postup svařování a harmonogram.

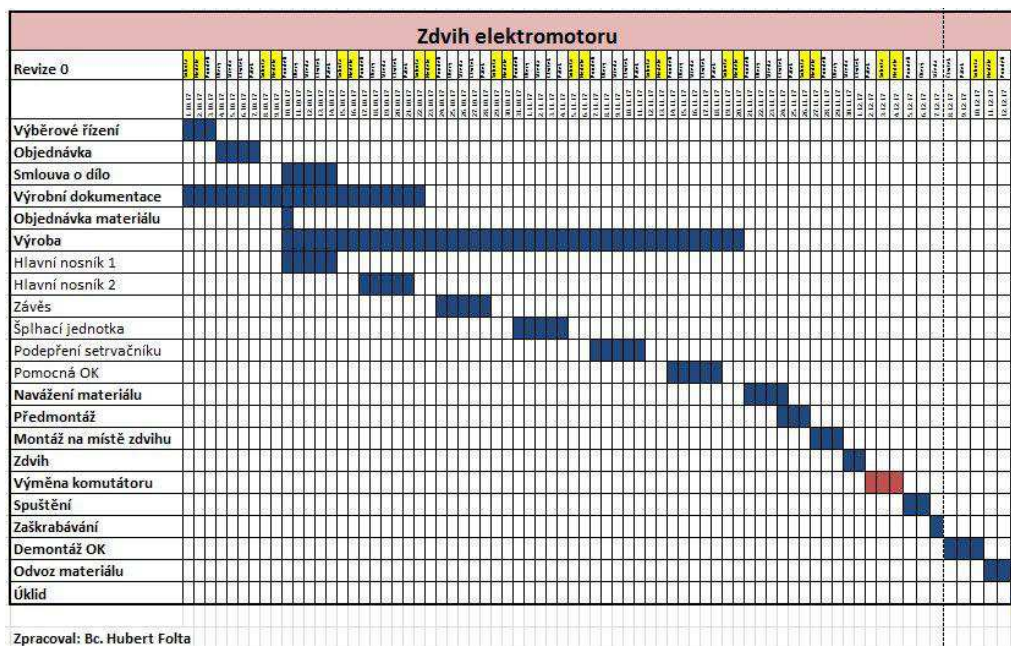
## 3.1 Harmonogram

Harmonogram je plán, který harmonizuje postup lidské činnosti z časového hlediska. Je to časový rozpis nebo časový plán praktických kroků, které je potřeba provést při realizaci díla. Harmonogramy se běžně používají všude tam, kde je potřeba v časovém úseku přesně a podrobně zkoordinovat a harmonizovat činnost několika subjektů.

Harmonogramy mohou být vhodně doplněny dalšími technickými a organizačními pomůckami, kupříkladu síťovými grafy či ganttovými diagramy, které postup všech prací a činností znázorňují přehledným způsobem v grafické podobě, kde mohou být zobrazeny vazby apod.

K akci „Zdvih elektromotoru“ jsem vytvořil harmonogram pomocí tabulkového procesoru Microsoft Excel 2010. Program Excel umožňuje jednoduchou a přehlednou formu harmonogramu plně dostačující pro akce menšího rozsahu.

Tabulka 3 – Harmonogram



## 3.2 Technologický postup

Montáž ocelové konstrukce bude prováděna dle ČSN EN 1090-2+A2 [1]. Provádění ocelových konstrukcí, v třídě provedení EXC 2.

### Vstupní podklady

- Objednávka č. 00001/2016
- Smlouva o dílo č. 00002/2016
- Výkres 1 – 32 - 562 – Hřídel
- Výkres 1 – 26 – 523 – Setrvačnick
- Specifikace hmotnosti

### Charakteristika zakázky

Předmětem plnění smlouvy o dílo je vyzvednutí poutního motoru, setrvačnicku, hřídele a spojky o maximálně 1,6 m od osy otáčení hřídele, bezpečné zajištění setrvačnicku ve vyzvednuté poloze a následné spuštění a usazení do původní polohy. Po vyzvednutí setrvačnicku bude provedena demontáž a zpětná montáž komutátoru.

### Situace na staveništi

Staveniště se nachází uvnitř oploceného areálu výrobního závodu a je ovlivněno následujícími faktory:

- Současná činnost několika stavebních firem na stavbě.
- Provoz investora.
- Provoz dopravy po kolejích a po silnici.
- Staveniště je celé oploceno a hlídáno.

### Přejímka pracoviště

Přejímku pracoviště za účasti zástupce objednatele, vedoucího montéra, pracovníků obchodu je nutné provést před započítím montážních prací. O této přejímce je nutno provést písemný zápis v montážním deníku resp. samostatný zápis.

### K přejímce staveniště objednatel potvrdí a předá zhotoviteli:

- Přípojky el. energie o celkovém příkonu 25 kW, případně technické plyny v montážní zóně.
- Koordinaci s provozem a dalšími montážními organizacemi.

- Volné příjezdové komunikace.

## **Časové údaje**

- Přejímka pracoviště: 21. 11. 2016
- Zdvih elektromotoru: 30. 11. 2016
- Spuštění elektromotoru: 5. 12. 2016
- Vyklopení pracoviště do: 13. 12. 2016

## **Příprava montážních mechanismů a pomůcek**

Před každodenním zahájením montážních prací bude provedena kontrola funkční způsobilosti používaných montážních mechanismů a pomůcek předem pověřeným pracovníkem, kterého určí vedoucí montér při každodenním rozdělení prací. Montážní pomůcky: hydraulické zvedáky, brusky, svářečky, pálicí soupravy, polyamidové vazáky, lanové zvedáky a jiné drobné nářadí uvedené v tabulce č. 4.

Tabulka 4 – Seznam nářadí

<b>Zdvih elektromotoru- seznam nářadí</b>
Lanový zvedák č. 69032124, 69030576, 69030659, 69032133
Hřebenový hever 2,5 t č. 69031263
Spojovací třmen 8,5 t
Řetězový kladkostroj 0,8 t č. 69029730, 69018911
Polyamidový vazák 5 t- 2 m
Polyamidový vazák 3 t- 4 m
Polyamidový vazák 0,8 t- 1 m
Řetěz-dvouhák č. 69029119
Vodováha- 1m
Utahovák Bosch č. 69033313, 69024893
Kbelík plastový 10 l
Pistol palicí
Manometr
Elektrody EVB 50 Ø 2,5
Elektrody EVB 50 Ø 3,2
El. prodloužení 400 V- 15 m
El. prodloužení 230 V- 20 m
Úhlová bruska Bosh č. 69037885
Halogen 500 W
svářečka Kempí č. 69033767
Sada maticových klíčů 16-50
Sada ořechů 16-50
Kladivo
U 300 - 0,5 m
Žebřík - 5 m



## **Přeprava a skladování**

Vykládka OK v předmontážní zóně bude zajištěna vlastními pracovníky. Manipulace s materiálem musí být prováděna tak, aby nedocházelo k poškození OK a technologie, tj. používání polyamidových lan a vazáků, ukládání OK na dřevěné podkladky, při vrstvení OK použití dřevěných, gumových, nebo filcových podložek atd.

## **Požadavky na profesní a kapacitní nasazení pracovníků**

Předpokládaný počet pracovníků:

1 vedoucí montér

1 skupinář

2 svářeči

5 montérů

Počty pracovníků platí jako průměr pro období předmontáže konstrukce. Počty budou operativně upravovány vedoucím montérem.

## **Vázání břemen**

Při vázání břemen je nutno dbát zvýšené opatrnosti a dodržovat únosnost lan při konkrétním úvazku. Polyamidové vazáky se musí podložit gumovou ochrankou, aby nedošlo k poškození.

Při zvedání břemena musí břemeno vázat pouze pracovník s platným vázacím průkazem. Úhel rozevření lan by neměl překročit 45°. Hrany dílců budou pod lany chráněny gumovými ochranami. Na úvazy OK budou použity polyamidové vazáky nosnosti 2 t.

## **Montážní postup**

Před započítím prací musí mistr provést převzetí staveniště a seznámit pracovníky s technologickým postupem montáže, technologickým postupem svařování, plánem jakosti a plánem bezpečnosti a požární ochrany. Po převzetí pracoviště následuje předmontáž ocelové konstrukce na předmontážní ploše.

- Na předmontážní ploše provést sestavení horní části podpěrné ocelové konstrukce. Rám složit ze 4 ks sloupů délky 1.6 m a 6 ks sloupků délky 3.2 m. Po sestavení rámu namontovat 8 ks šikmých výztuh. Všechny šrouby utáhnout ručně.
- Sestavit nosníky. Šrouby M 20 pevnosti 10.9 utáhnout na moment 590 Nm.
- Očistit podlahu v místě rozmístění ocelových patek sloupků.
- Vyplnit kabelový kanál zesílenými profily Heb 140 délky 1000 mm. Profily Heb uložit do tří vrstev po třech kusech na vrstvu. Jednotlivé vrstvy se musí křížit.
- Rozmístit podložné plechy tloušťky 20 mm.
- Provést výškové zaměření rozmístěných plechů. Výškový rozdíl podložných plechů kompenzovat přidáním plechů různých tloušťek. Výškový rozdíl podložení nesmí být větší než 3 mm.
- Na podložné plechy přiložit ocelové patky. Patky kotvit závitovými tyčemi  $\varnothing$  20 mm. Díry pro kotvení musí být vrtány do hloubky 200 – 300 mm vrtákem  $\varnothing$  24 mm. Volný prostor vyplnit chemickou kotvou Hilti HFX.
- Postavit 2 ks sloupů ze strany vstupní brány. Sloupky a patky spojit šrouby M 20 pevnosti 8.8.
- Nasunout zadní nosník na sloupek a instalovat uzavírací díl. Druhou stranu nosníku podložit podkladky Heb 140. Před uvolněním jeřábu nosník zafixovat lanovými zvedáky do okolních konstrukcí.
- Obdobě jako zadní nosník namontovat také nosník ze strany vstupu do strojovny. Nosník usadit do sloupu s již namontovanými táhly, které obepínají hřídel.
- Postavit zbylé 2 ks sloupu ze strany jídelny. Po stykování sloupku a ocelových patek provést jejich dotažení.
- Namontovat uzavírací díly nosníku.

- Namontovat horní část rámu. Po usazení rámu provést rozměrovou kontrolu ocelové konstrukce a utáhnout šrouby dle tabulky č. 5. Utáhnuté šrouby označit bílým křížkem pomocí popisovače.
- Ustavit setrvačnick do polohy zdvihu pomocí rozběhového elektromotoru. (Ovládání elektromotoru zajistí pracovníci elektroúdržby.)
- Provést úpravu a montáž 2 ks hlavních podpěr. Podpěry kotvit do betonového základu závitovými tyčemi  $\varnothing$  20 mm. Díry pro kotvení musí být vrtány do hloubky 200 – 300 mm vrtákem  $\varnothing$  24mm. Volný prostor vyplnit chemickou kotvou Hilti HFX.
- Provést montáž 2 ks zesílených nosníků skrz otvory setrvačnicku. Na nosníky s obou stran přivařit zarážky 100\*200\*10 mm.
- Instalovat nosník pod hřídel. Nosník zavěsit na táhla pomocí 2 ks čepů  $\varnothing$  90 mm.
- Provést zapojení čerpadla a rozmístit hydraulické válce. Zapojení čerpadla provádí jen osoba k tomuto účelu řádně proškolená.
- Přizvat technickou kontrolu a svařovacího technologa.
- Po provedení všech mezioperačních kontrol je motor připraven ke zdvihu.
- Zdvih provést opakovaně po 140 mm krocích. Během zdvihu musí být při každém sloupu minimálně dvě osoby. V průběhu zdvihu je nutné neustále vkládat podložný materiál k tomuto účelu určený. Jakmile dojde k vyzdvižení hydraulických válců je nutné nosníky maximálně vypodložit a poté vypustit pumpy.
- Během zdvihu je nutné neustále kontrolovat nivelitu nosníku a hřídele. Nesmí dojít k situaci, že bude jakákoli strana zvedána s předstihem.
- Po dosažení potřebné výšky. Nosníky spustit na podložný materiál. Nesmí dojít k situaci, že zařízení bude bez dozoru posazeno jen na hydraulických válcích.
- Při spuštění motoru postupovat obdobě jako při zdvihu.
- Konečné usazení hřídele do ložiskových domků provést za přítomnosti zástupců provozu.
- Demontáž ocelové konstrukce provést v opačném sledu než montáž.
- Vyčnívající závitové tyče seřezat do roviny s betonem.
- Po demontáži ocelové konstrukce provést úklid pracoviště.

**Před začátkem prací bude určený skupinář upřesňovat montážní postup.**

**V případě, že v průběhu prací nastane situace, která není v tomto dokumentu popsána, je zaměstnanec, který tuto skutečnost zjistí, povinen okamžitě práci přerušit a informovat o této skutečnosti odpovědného vedoucího nadřízeného.**

Tabulka 5 – Utahovací momenty

<b>Utahovací momenty šroubů - 100% utažení</b>					
Pevnost		5.8	8.8	10.9	12.9
		Mu	Mu	Mu	Mu
D	R	N.m	N.m	N.m	N.m
M 6	1	6,4	9,7	14,3	16,7
M 8	1,25	16,1	24,5	35,9	42
M10	1,5	31,8	48,4	71	83
M12	1,75	54,9	84	123	144
M14	2	88	133	196	229
M16	2	137	209	307	359
M18	2,5	188	286	420	492
M20	2,5	266	406	596	698
M22	2,5	366	588	820	960
M24	3	459	699	1027	1202
M27	3	681	1038	1524	1784
M30	3,5	924	1408	2069	2421
<b>Vysvětlivky:</b>		Mu - Utahovací moment (Nm)			
		D - jmenovitý průměr (mm)			
		R - rozteč závitu - stoupání (mm)			

### **Vstupní, mezioperační a výstupní kontrola**

- Vedoucí montér provede kontrolu montážních výkresů co do kompletnosti a v případě nesouladu provede zápis do stavebního deníku.
- Vedoucí montér určí pracovníky (skupináře), kteří budou zodpovědní za zajištění bezpečnosti práce a montážních prací na jednotlivých montážních objektech (určí vedoucí montér zápisem do stavebního deníku).
- Technickou dokumentaci předá po prostudování vedoucí montér určenému pracovníkovi (skupináři).

- Veškeré schválené kontroly budou prováděny podle Plánu jakosti.
- Přejímka pracoviště (provede vedoucí montér a zástupce objednatele).
- Svářečí technolog provede kontrolu kvality svarů a kontrolu svařování dle technologického postupu svařování, o kontrole provede zápis.
- Na pracovišti bude provedena mezioperační kontrola předmontovaných dílců (kontrola sestavení dílců z hlediska rozměrů, nivelity, přímosti a zkroucení), kontrolu provede pověřený pracovník technické kontroly.

## **Bezpečnostní opatření**

Před začátkem pracovních činností musí být všechny osoby prokazatelně seznámené s tímto technologickým a pracovním postupem, možnými riziky, která vznikají při pracovní činnosti zaměstnanců a dalšími právními a ostatními předpisy BOZP.

Povinnosti nadřízených zaměstnanců:

- pověřit vykonáváním pracovních činností jen ty zaměstnance, kteří mají platné školení dle platných právních a ostatních předpisů BOZP, platnou a odpovídající zdravotní způsobilost,
- pověřit pro danou činnost jen ty zaměstnance, kteří jsou vybaveni předepsanými osobními ochrannými pracovními prostředky.

Povinnosti zaměstnanců:

- dodržovat ustanovení tohoto technologického postupu a dalších dokumentů, se kterými byli prokazatelně proškoleni nebo seznámeni,
- plnit pokyny příslušného nadřízeného zaměstnance, popř. skupináře, zástupce objednavatele,
- nevstupovat do prostorů a objektů, které nejsou určeny k jejich činnosti,
- upozornit nadřízeného zaměstnance na všechny okolnosti, které by mohly vést při jeho činnosti k ohrožení života a zdraví osob nebo na okolnosti, které by mohly vést k ohrožení provozu nebo k ohrožení bezpečného stavu technických zařízení a objektů,

- dodržovat zákaz činnosti na strojním a technickém zařízení, ke kterému nedostali pokyn od nadřízeného zaměstnance.
- zaměstnanci jsou povinni trvale udržovat volné a nezatarasené únikové cesty a komunikace včetně vymezených prostorů. Instalované bezpečnostní značky nesmí odstraňovat, poškozovat ani zakrývat.

Určení pracovníků (skupinářů), kteří budou zodpovědní za zajištění bezpečnosti práce při montážních pracích na montážním pracovišti, určí vedoucí montér zápisem do stavebního deníku a dokumentu: Seznámení pracovníků.

Vedoucí montér proškolí pracovníky o bezpečnostních předpisech předepsaných pro pracoviště, seznámí skupináře a ostatní pracovníky s technologickým postupem montážních prací a pracovními postupy.

Pracovníci budou vybaveni postroji v souladu s vyhodnocením rizik pro práce ve výškách. Místo upevnění určí před každodenním započítáním prací skupinář přímo na montážním pracovišti, místo ukotvení bude stanoveno tak, aby umožňovalo jejich bezpečné zajištění a upevnění po celou dobu činnosti v místě ohrožení.

Zabezpečení pracoviště na úrovni terénu bude provedeno odpovídajícími výstražnými tabulkami, vyjadřujícími charakter prováděných prací, ve vzdálenosti dle NV ČR č. 362/05 Sb. [2]

Vázání břemen budou provádět pracovníci k tomu řádně proškolení, mající platný vázací průkaz, pro montážní práce musí být použity vázací prostředky ČSN ISO 1492-1. [3] Břemeno bude před zdvihem a další manipulací upevněno a zajištěno tak, aby nemohlo dojít k jeho pádu, při zvedání pomocí ručních zvedacích prostředků se nebude nikdo pohybovat v prostoru pod břemenem, dokud nebude břemeno usazeno na sloupy nebo mezi nosníky a odpovídajícím způsobem zajištěn proti pádu. Prostor pod místem, kde bude zvedáno břemeno, musí být ohraničen výstražnou páskou, popř. pracovníkem, který zamezí přístupu pracovníkům pod břemeno.

Pro manipulaci s díly ocelové konstrukce a vlastní montáž bude použito mostových jeřábů dle potřeby a dané situace na pracovišti, pro navádění břemene a signalizaci během usazování jednotlivých dílců ocelové konstrukce bude skupinářem určen pouze 1 pracovník, případně si tyto práce bude řídit skupinář sám.

Pracovníkům je přísně zakázáno vstupovat na jiné prostory staveniště než ty, které byly předány zápisem o přejímce pracoviště v montážním deníku nebo stanoveny jako přístupová cesta.

Pracovníkům je přísně zakázáno požívat alkoholických nápojů a jiných látek, a to i před směnou, které by mohly mít během směny pracovníka za následek snížení rozpoznávacích schopností, případně nepřiměřenou únavu (opatření se vztahuje i na léky označené výstražným trojúhelníkem).

Zaměstnancům je zakázáno:

- Přetěžovat dočasné stavební konstrukce, lešení nebo žebříky hmotností větší, než je stanovena průvodní dokumentací výrobce.
- Shazovat předměty nebo materiál, pokud není zajištěn bezpečný prostor proti vstupu cizích osob a pokud není zamezeno nadměrné prašnosti, hlučnosti, popř. vzniku jiných nežádoucích účinků.
- Shazovat předměty a materiál v případě, kdy není možné bezpečně předpokládat místo dopadu, jakož ani předměty a materiál, které by mohly zaměstnance strhnout z výšky.
- Nářadí a pracovní pomůcky skladované ve výšce musí být po celou dobu zajištěny proti pádu, sklouznutí nebo shoení (během práce i po jejím ukončení). Je zakázáno nechávat volně uložené předměty ve výšce po skončení prací.
- Je zakázáno vstupovat do prostoru v okruhu min. 3 m všemi směry od místa, nad kterým se pracuje a ze kterého hrozí riziko pádu předmětů.

### **Bezpečnostní rizika**

V souladu se zákoníkem práce je nutné provést výměnu potencionálních pracovních rizik mezi jednotlivými zúčastněnými stranami projektu. V textu níže jsou uvedena nejdůležitější rizika, se kterými musí být prokazatelně seznámeni zaměstnanci všech zúčastněných firem.

**Riziko:** pád pracovníka z výšky

**Opatření:**

- Použít bezpečnostní postroj Protecta s příslušenstvím při práci na 1,5 m. Bez tohoto vybavení je práce ve výškách zakázána.
- Je povinností všech skupinářů, vedoucích montérů a techniků na stavbě upozornit každého, kdo není zajištěn při práci ve výšce.

#### **Riziko:**

Popálení různých částí těla žhavým rozstříkem jisker, kapiček roztaveného kovu a strusky, úlomků již ztuhlé strusky při jejím odstraňování, (nebezpečné může být např. zapadnutí žhavé částice do pracovní obuvi), nebezpečí je závažnější při svařování el. obloukem a při drážkování propalování děr kyslíkem.

#### **Opatření:**

- Správné provádění svařování, důsledné používání ochranných pracovních pomůcek k ochraně zraku, obličeje i ostatních částí těla. Při řezání kyslíkem jsou ohrožení a opatření obdobná jako při svařování, resp. pálení plamenem. Zvýšené nebezpečí vyplývá z většího víření prachu a většího rozstříku řezaného kovu.

#### **Riziko:**

Nestanovená hmotnost břemen, přetížení jeřábů, přetížení vázacích prostředků, poškození jeřábu a dráhy, pády břemen, ohrožení osob, majetku, navození havarijního stavu.

#### **Opatření:**

- Zjištění a označení hmotnosti břemen, stanovení hmotnosti břemena výpočtem technologa.

#### **Riziko:**

Zranění očí, obličeje zasažením odlétajícími úlomky, drobnými částicemi a prachem vznikajícím při broušení.

#### **Opatření:**

- Používání sklopných krytů z netříštivého skla nebo brýlí. Při broušení ve výškách nutnost zajištění ochranným postrojem s příslušenstvím uchycením k pevné části konstrukce.

#### **Riziko:**



Pád břemene na pracovníka při zvedání a ukládání břemene. Sesutí břemene v důsledku jeho vadného upevnění, nestabilní polohy.

**Opatření:**

- Vyloučení přítomnosti osob nepodílejících se na nakládání a vykládání materiálu. Při manipulaci s kusovým materiálem zajistit fixaci materiálů přepravovaných v prostých paletách, drobný a kusový materiál se přepravovat v bednách. K fixaci a upnutí přepravovaných břemen na vozidlech a jiných dopravních prostředcích nutno používat upevňovací prostředky.

**Riziko:**

Úrazy očí odlétnutou střípinou, drobnou částicí, úlomkem (nejčastěji sekáč, kladivo).

**Opatření:**

- Před použitím kontrolovat nářadí. Používat ochranné pomůcky (brýle, rukavice).

**Riziko:**

Pád do hloubky (do výkopů, prohlubní, uklouznutí při chůzi po svazích apod.)

**Opatření:**

- Opatření volných okrajů výkopů, přechodových lávek a můstků zábradlím, příp. nápadnou překážkou, předepsaná pracovní obuv, zvýšená opatrnost a soustředěnost zejména v zimě a za deště. Zřídit pomocné stupně pro nutnou chůzi po svahu, volba vhodné trasy při chůzi po svahu.

**Riziko:**

Pád předmětu a materiálu z výšky na pracovníka s ohrožením a zraněním hlavy. Pád úmyslně shazovaného materiálu a jednotlivých předmětů z výšky, nahodilý pád materiálu z volného okraje konstrukce apod.

**Opatření:**

- Bezpečné ukládání materiálu na předem určených místech mimo volný okraj konstrukce. Materiál, nářadí a pomůcky ukládat, případně skladovat ve výškách tak, aby byly po celou dobu uložení zajištěny proti pádu, sklouznutí nebo shoení větrem. Zajišťování volných okrajů všech konstrukcí, včetně lešení, zárážkou při podlaze, popř. obedněním, plachtou apod. proti pádu materiálu. Vymezení a ohrazení ochranného pásma pod místem práce ve výšce, vyloučení práce nad

sebou a přístupu osob pod místa práce ve výškách. Povinnost používání ochranné přilby na všech pracovištích.

### **Protipožární opatření**

- Za plnění povinností v péči o požární ochranu odpovídají vedoucí zaměstnanci na všech stupních řízení v rozsahu svých funkcí. Tyto povinnosti jsou trvalou, rovnocennou a neoddělitelnou součástí jejich pracovních náplní, tj. pravomocí, působností a odpovědností.
- Dle zákona č. 237/00 Sb. § 4 [4] jsou práce s otevřeným ohněm a svařováním na stavbě zařazeny do činností se zvýšeným požárním nebezpečím.
- Prováděné svařování musí být na stavbě zajištěno dle vyhlášky MV ČR č. 87/00 Sb. [5] Odpovědnost za provedené opatření nese vedoucí montér.
- Dokumentace požární ochrany
  1. Požární kniha
  2. Požární řád pracoviště
  3. Požární řád skladu technických plynů
  4. Požární poplachové směrnice
  5. Školení požární ochrany
  6. Seznam hasicích přístrojů
  7. Určení požárního preventisty
- Vybavení pracoviště (1 ks hasicí přístroj práškový, 1ks hasicí přístroj sněhový).

### **Plán EHS (Environment, Health, Safety)**

Zařízení staveniště (bedny s náradím) budou umístěny dle dispozic vedoucího montéra po dohodě s objednatelem na předaných plochách. Vedoucí montér zajistí ukládání odpadů do kontejneru na odpady. Při montážní činnosti vzniknou běžné komunální a stavební odpady. Není-li pracoviště vybaveno kontejnery pro daný odpad, odpady se převezou do skladu odpadu.

### **Zahájení montážní zakázky**

Před zahájením prací provede vedoucí stavby školení podle osnovy v dokumentu „Zahájení montážní zakázky“ (obr. 6).

Datum:

Seznámení provedl: .....  
(podpis)

### Zahájení montážní zakázky

Název akce: Zdvih Elektromotoru

Vedoucí stavby: Bc. Hubert Foltá

Vedoucí montér: Bc. Hubert Foltá

Technolog: Bc. Hubert Foltá

#### 1) Určení vedoucího pracovních skupin (skupinářů):

Jméno a příjmení:

Podpis:

#### 2) Osnova školení

Seznámení s technologickým postupem montáže a svařování pro tuto zakázku:

Seznámení s přístupovými cestami, pracovními podmínkami provozu a situací na staveništi.

Školení PO dle směrnice S 50 čl. 6.13.2 (změna pracoviště).

Seznámení s kategorizací požárního nebezpečí dle Vyhl. MV ČR č. 87 / 2000 Sb.

NV 591/06 Sb. § 1-9, příloha č. 1 – I,II, Příloha č. 2 – I,XI-XV, Příloha č. 3 – I,II,XIXII,XIII,XIX,

NV ČR č. 362/05 Sb. – požadavky na pracoviště s nebezpečím pádu z výšky nebo do hloubky

Seznámení s vyhodnocením rizik na základě směrnice S 53, které provedl odpovědný vedoucí pro danou stavbu v rozsahu předlohy registru rizik v přílohách S 53, zejména se zohledněním rizik:

manipulace s materiálem

svařování

ruční nářadí

práce ve výškách

vrtačky

brusky

žebříky

elektrika

Seznámení s předpisy, požadavky a specifikací rizik objednatele

Seznámení s postupy likvidace odpadů a určených shromažďovacích míst. Seznámení s environmentálními aspekty projektu. Seznámení s postupy pro nakládání se závadnými látkami a jejich bezpečnostními listy včetně havarijních postupů.

Potvrzuji svým podpisem, že jsem byl řádně seznámen s výše uvedenými údaji před zahájením prací včetně ověření znalostí ústními otázkami – viz osnova str. 1, bod 2

Datum	Jméno a Příjmení	Podpis

Obr. 6 – Zahájení montážní zakázky

### **3.3 Technologický postup svařování**

Tento technologický postup předepisuje svařování ocelové konstrukce. Sváry budou provedené trubičkovým drátem v ochranné atmosféře a obalenou elektrodou.

#### **Základní materiály:**

- Hlavní nosné prvky – S355 J2G3, S235 J2+N
- Podložný materiál – S235JRG2

#### **Metody svařování**

- 111 (MMA) – ruční obloukové svařování obalenou elektrodou
- 136 (MAG) – ruční obloukové svařování plněnou elektrodou v aktivním plynu

#### **Přídavné materiály**

Metoda 111

- Obalená elektroda EVB 50 různých průměrů

Metoda 136

- Trubičkový drát Megafil 821 R ø 1,2 mm
- Ochranný plyn CORGON 18

Všechny přídavné materiály musí být dodány s dokumentem kontroly 3.1 dle ČSN EN 10204. [6]

#### **Požadavky na kvalifikaci svářečů**

- Svářeč musí mít platné zkoušky dle ČSN EN 287-1 [7] pro metodu svařování 111, 136, polohy svařování PE, PC, PF nebo H-L045, materiálové skupiny min. 1.2 pro konstrukční oceli.
- Kvalifikace svářečů se vztahuje i na stehování v případě, že stehy zůstanou součástí svarů.
- Hlavní nosné části OK ve stupni jakosti svarů B, dle ČSN EN ISO 5817. [8]

## **Svářečský dozor**

- provádí pracovník s kvalifikací EWE (svářečský inženýr), EWT (svářečský technolog), případně EWS (svářečský specialista) v době nepřítomnosti EWE nebo EWT.

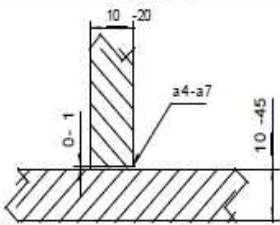
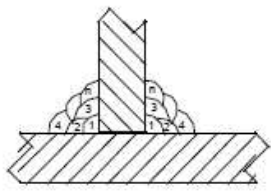
## **Příprava svarových ploch a svařování**

- Svařování provádět dle WPS (obr. 7).
- Svarové plochy musí být před zahájením stehování a svařování zbaveny veškerých nečistot (rez, barva, mastnota, okuje) broušením, kartáčováním. Pro stehování se použije shodný přídavný materiál jako pro svařování. Oblouk se smí zapalovat přímo v místě svaru. U oboustranných tupých svarů bude kořenová vrstva ze strany rubu přebroušena nebo vydrážkována a přebroušena (závisí na použité metodě svařování). Veškeré vady zjištěné při průběžných kontrolách svařování (i stehování) musí být ihned odstraněny. Způsob a postup opravy určí svářečský dozor. Všechny pomocné svary včetně náběhových a výběhových desek budou po svaření bezvrubě odstraněny.
- Provádí-li se vícevrstvý svarový spoj, je nutné po dokončení každé svarové housenky povrch očistit od strusky a nečistot, překontrolovat, zda je hladký, bez trhlin, pórů a zápalů. Chybná místa je nutno vydrážkovat a brousit před nanesením další vrstvy. Po ukončení svařování svar očistit od strusky a okolí od rozstříku.
- Při všech svářečských operacích je nutno minimalizovat množství vneseného tepla do základního materiálu. Vnesené teplo lze eliminovat použitím nižších parametrů svařování, vyšší rychlostí svařování nebo použitím více na sebe kladených vrstev (následující vrstva vyžihá vrstvu předchozí). Vnesené teplo je třeba eliminovat z důvodu zkřehnutí materiálu v tepelně ovlivněné oblasti, zhrubnutí zrna a tím snížení jeho mechanických vlastností.
- U konstrukce nesmí být na povrchu a na svaru zápaly. Vzniknou-li, je nutno je odstranit tak, aby přechod mezi svarem a základním materiálem byl plynulý a zeslabení nebylo větší než 5 % jmenovité tloušťky základního materiálu, nejvíce však 0,5 mm.
- Chybné svarové plochy a mezery je možno opravit. Pokud je kořenová mezera úzká, provede se její zvětšení broušením. Naopak, pokud je kořenová mezera příliš široká, provede se navaření stávajících svarových ploch šňůrkováním

elektrodou o  $\varnothing$  3,25 mm a broušením se připraví nové svarové plochy dle výrobní dokumentace.

## Kontrola a zkoušení svarů

- U všech svarů se provede 100% vizuální kontrola (VT) dle ČSN EN ISO 17 637 [9] a vyhodnotí se pro nosnou OK dle ČSN EN ISO 5817 [10] stupeň B u koutových svarů C.

Specifikace postupu svařování WPS						Strana: 1
						Celkem: 1
						Revize č.: 0
1. Výrobce:						
2. Místo:		Ostrava		10. Způsob čištění:		Broušení, kartáčování
3. Číslo dokladu WPS:		01/SZM		11. Specifikace základního materiálu		
4. Číslo WPQR:		1P-752		- materiál 1:		S355J2G3(S235J2G3)
5. Kvalifikace svařeče:		ČSN EN 287-1		- materiál 2:		S355J2G3(S235J2G3)
6. Metoda svařování:		111		12. Svařovaná tloušťka [mm]:		10-45
7. Druh svaru:		FW		13. Vnější průměr [mm]:		-
8. Údaje o přípravě svarových ploch:		Broušení		14. Poloha svařování:		PB, PF, PD
9. Způsob přípravy úkosu:		Razání kyslíkem				
15. Tvar spoje				16. Postup svařování		
						
17. Parametry svařování						
18. Svarová housenka	1(PB)	2-n(PB)	1(PF,PD)	2-n(PF-PD)	-	-
19. Metoda svařování	111	111	111	111		
20. Průměr před. mat. [mm] - s	3,25	4,0	3,25	3,25		
21. Svařovací proud [A]	135 - 165	165 - 195	130 - 155	130 - 155		
22. Svařovací napětí [V]	17 - 20	19 - 22	17 - 20	17 - 20		
23. Druh proudu a polarita	DC/+	DC/+	DC/+	DC/+		
24. Přenos kovu přidavného mat.	-	-	-	-		
25. Rychlost podávání drátu [m.min <sup>-1</sup> ]	-	-	-	-		
26. Rychlost svařování [mm.s <sup>-1</sup> ]	1,9-2,4	2,4 - 4,5	1,5-2,0	0,6-1,0		
27. Tepelný příkon [kJ.mm <sup>-1</sup> ]	0,77-1,39	0,56-1,43	0,88-1,65	1,77-4,13		
28. Přídavný materiál – zařazení a značka: EVB 50 – dle EN ISO 2560: E 42 4 B 32 H 5						
29. Ochranný plyn/tavidlo:		-		38. Údaje o podložním kroužku:		-
- ochranný plyn [l.min <sup>-1</sup> ]:		-		39. Další informace: rozkryv – amplituda:		-
- ochrana kořene [l.min <sup>-1</sup> ]:		-		- frekvence a doba prodlevy:		-
30. Wolfram, elektroda, druh/průměr:		-		- rozkryv (maximální šířka housenky:		-
31. Údaje o drážkování/podlož. kořene:		-		40. Údaje pro pulzní svařování:		-
32. Teplota předehřevu [°C]: T <sub>≥</sub> 0°C; 70°C, t <sub>≥</sub> 25: 100-120°C		-		41. Údaje pro plazmové svařování:		-
33. Interpass teplota [°C]: max. 150°C		-		42. Úhel nastavení hořáku:		-
34. Tepelné zpracování/stárnutí:		-		43. Druh automatu a svařovací hlavy:		-
35. Doba, teplota, postup:		-		44. Prokávání svaru:		-
36. Rychlost ohřevu a chlazení:		-		45. Poznámky:		-
37. Vzdálenost elektrody (kontaktní špičky) od základního materiálu [mm]:		-				
46. Výrobce:				48. Zkušební orgán nebo dozorcí organizace:		
47. Datum, jméno, podpis a razítko svařecího dozoru				49. Datum, jméno, podpis a razítko zkušební organizace		

Obr. 7 – Koutový svár WPS

## 4 Výroba, montáž, zdvih a spuštění

V této kapitole popíšeme postupně průběh výroby, montáže a zdvihu.

### 4.1 Výroba

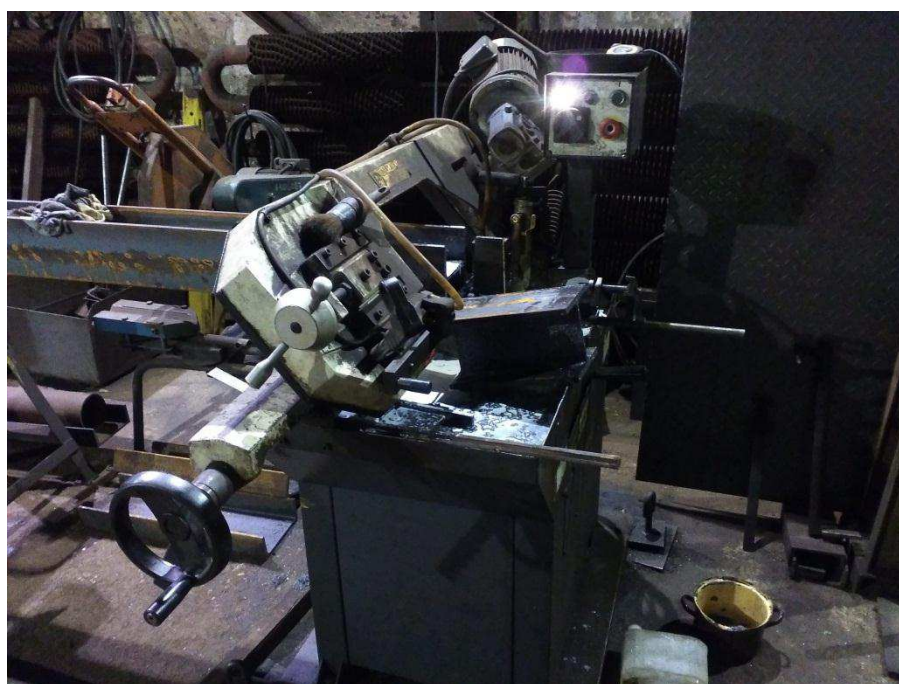
Výroba byla realizována ve výrobní hale vybavené zdvihacím mechanismem. Mostový jeřáb s dostatečnou nosností byl použit k transportu všech vyrobených dílů.

Ocelovou konstrukci jsme vyrobili dle ČSN EN 1090-2+A2 [1] Provádění ocelových konstrukcí, v třídě provedení EXC 2.

Ocelová konstrukce byla vyrobena dle schválené výrobní dokumentace, která obsahuje výrobní výkresy a technologický předpis výroby.

#### Pásová pila na kov

Pro základní dělení válcovaných materiálů menších rozměrů byla použita pásová pila na kov ZEUS (obr. 8). Výhodou zařízení je možnost nastavení různých úhlů a dorazů. Na obrázku č. 8 je vyfoceno řezání profilu Heb 140.



Obr. 8 – Pásová pila



Technické údaje:

Sít'ové napětí	400 V
Hmotnost	102 kg
Maximální průřez	240 mm

### **Kyslíko-acetylenová souprava**

K dělení plechů větších tloušťek byla použita kyslíko-acetylenová souprava (obr. 9).

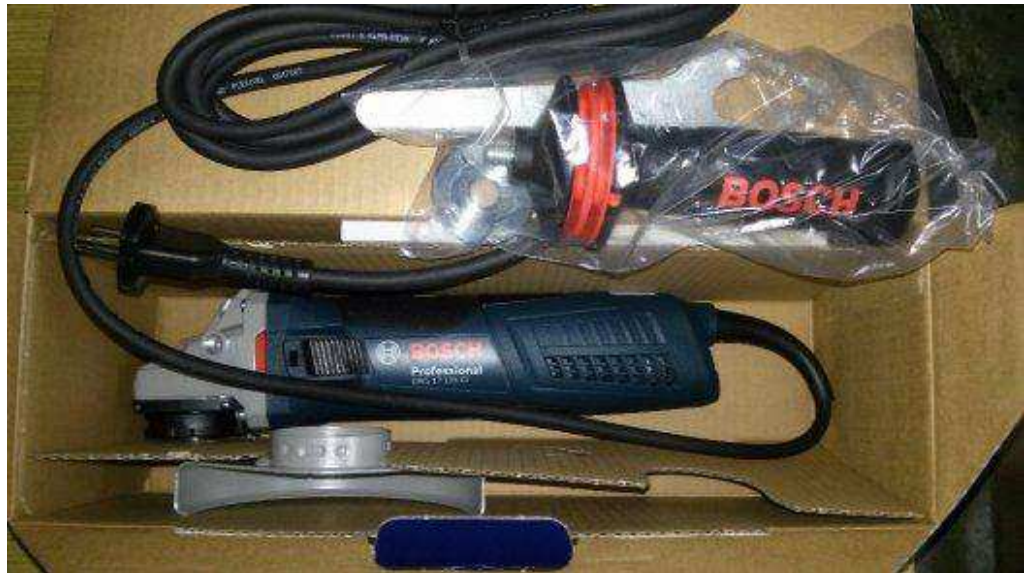


Obr. 9 – Kyslíko-acetylenová souprava



### **Malá úhlová bruska - Bosh GWS 13**

Malá úhlová bruska  $\varnothing$  125 (obr. 10) byla použita k úpravě svárových ploch a čištění sváru.



Obr. 10 – Úhlová bruska  $\varnothing$  125

Technické údaje:

Síťové napětí	230 V
Hmotnost	2,3 kg
Průměr kotouče	125 mm

## **Svářecí souprava Esab Buddy Arc 180**

Svařovací zařízení (obr. 11) bylo použito k výrobě dílenských a montážních svárů.



Obr. 11 – Svářečka

Technické údaje:

Síťové napětí	230 V
Hmotnost	2,3 kg
Svařovací metoda	111

## **Velká úhlová bruska GWS 22**

Velká úhlová bruska (obr. 12) byla použita při řezání tenčích plechů a při broušení úkosů.



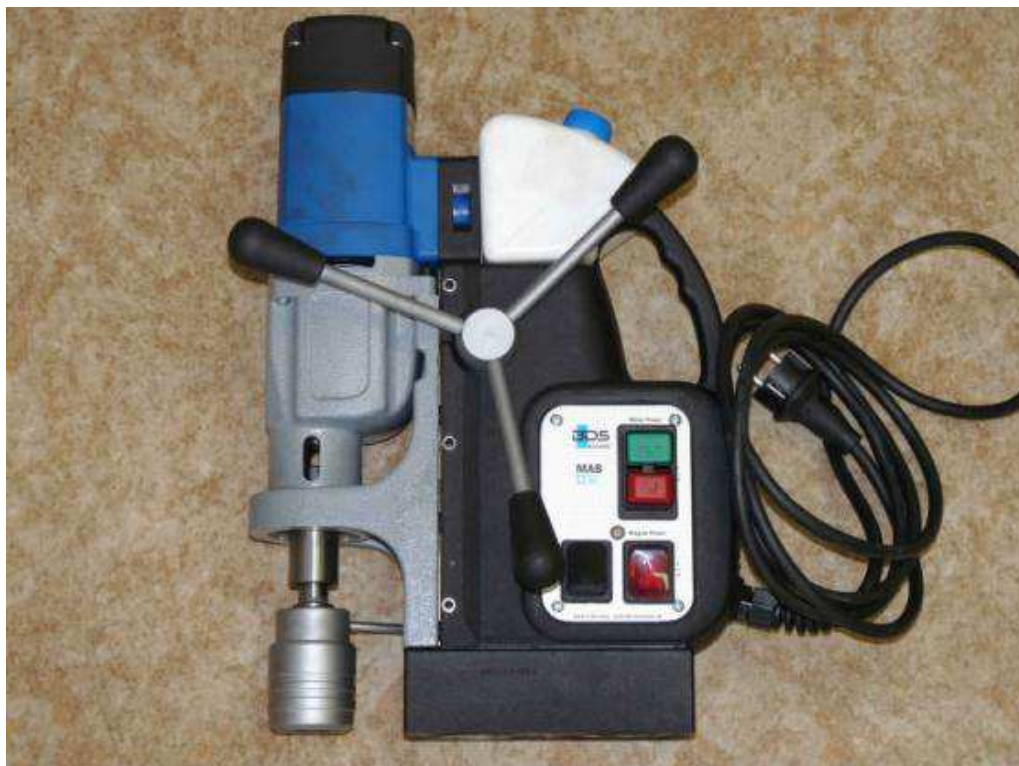
Obr. 12 – Velká úhlová bruska

Technické údaje:

Síťové napětí	230 V
Hmotnost	5,2 kg
Průměr kotouče	230 mm

## **Magnetická vrtačka**

Pro vrtání děr různých průměru byla použita magnetická vrtačka. Výhodou magnetické vrtačky je možnost použití v různých polohách (obr. 13).



Obr. 13 – Magnetická vrtačka

Technické údaje:

Síťové napětí                      230 V

Hmotnost                              14,2 kg

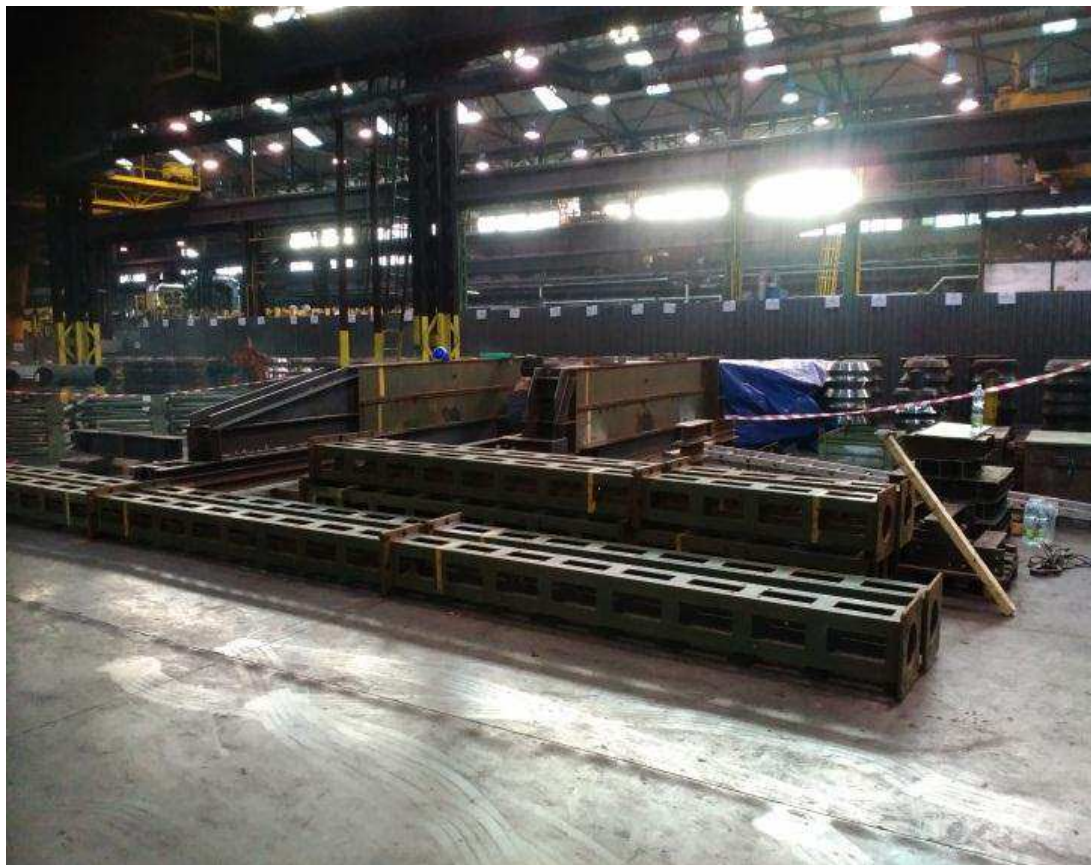
Zdvih                                    120 mm

Možnost použití jádrového vrtáku do 60 mm.



## 4.2 Montáž

Montáž byla zahájena dovozem a uskladněním materiálu na předmontážní ploše (obr. 14). Po vyložení materiálu bylo pracoviště zabezpečeno ochrannou páskou s nápisem zákaz vstupu.



Obr. 14 – Předmontážní plocha

Práce probíhaly dle montážního postupu. Na předmontážní ploše jsme sestavili horní část rámu (obr. 15), nosníky a šikmé výztuhy. Nad předmontážním pracovištěm často probíhal transport materiálu pro zajištění výroby v hale. Při manipulaci mohlo dojít k nežádoucí kolizi, proto jsem se rozhodl zajistit předmontovaný rám lanovými zvedáky ke sloupu výrobní haly. Zajištěním bylo zabráněno nežádoucímu převrnutí rámu.



Obr. 15 – Předmontovaná část rámu

Po ukončení předmontážních prací jsme se přemístili na místo zdvihu, kde jsme rozmístili podložné plechy (obr. 16), vyplnili kabelový kanál (obr. 17) a provedli výškové zaměření podložných plechů. Několik kusů profilu Heb 140 určené pro výplň kabelové lávky muselo být zkráceno. Profily byly příliš dlouhé na to, aby se vešly do zúženého místa v kabelovém kanále. Ve výrobní dokumentaci byl vykázán rozměr o 20 mm delší, než byl zapotřebí.



Obr. 16 – Rozmístění patek



Obr. 17 – Vypodložení kabelového kanálu

Následovalo rozmístění ocelových patek sloupů a jejich kotvení závitovými tyčemi. K vrtání byl použit běžný vrták do betonu. Při vrtání jedné z děr jsme narazili na betonářskou výztuž, skrz kterou nejde běžným vrtákem vrtat. Přivést vrtačku s jádrovým vrtákem by trvalo zbytečně dlouho. Rozhodl jsem, že vypálíme v patce otvor na jiném místě a vrtat budeme tam. Bohužel jsme narazili na stejný problém. Problém jsme vyřešili až třetím vrtem, který jsme vrtali 10 cm vedle patky. Do díry jsme ukotvili



závitovou tyč. K propojení tyče a patky jsme použili vyrobený výpalek z plechu tloušťky 20 mm. Plech jsme svařili koutovými sváry s ocelovou patkou.



Obr. 18 – Montáž nosníků

Montáž nosníků (obr. 18) a usazování sloupů (obr. 19) probíhalo bez větších problémů. Patky pro sloupy byly rozmístěny přesně a vše do sebe zapadalo. Při montáži jsme často používali lanové zvedáky k provizornímu kotvení sloupu a nosníku.





Obr. 19 – Usazení sloupu

Jako poslední část ocelové konstrukce rámu byl namontován horní předkompletovaný díl rámu (obr. 20). Rám byl zavěšen na hák jeřábu pomocí řetězového čtyřháčku a transportován nad sloupy mostovým jeřábem. Po montáži všech dílů rámu následovala rozměrová kontrola a utažení všech šroubů. Utažené šrouby byly utaženy na předepsaný moment a označeny popisovačem.



Obr. 20 – Montáž horní části rámu

V této fázi byla již konstrukce kompletní. Zbývalo ji propojit se zvedaným zařízením. Pomocí elektro-obsluhy byl motor pootočen tak, aby díry v setrvačnicku byly v ose otvorů nosníku. Elektro-obsluha pootáčela motor pomocí malého elektromotoru s ozubeným kolem. Tento motor se běžně používá pro rozjezd elektromotoru. Pomocný elektromotor není vybaven žádnou brzdou a funguje jen na jednu rychlost. Při pootáčení docházelo k situaci, že se nám nedařilo dostat díry do správné polohy. Po vypnutí pomocného motoru se zařízení nezastavilo hned. Po pár neúspěšných pokusech, kdy jsme pomocný motor vypli příliš pozdě nebo brzo, se nám podařilo změřit doběhovou vzdálenost a motor zastavit tam, kde jsme potřebovali.

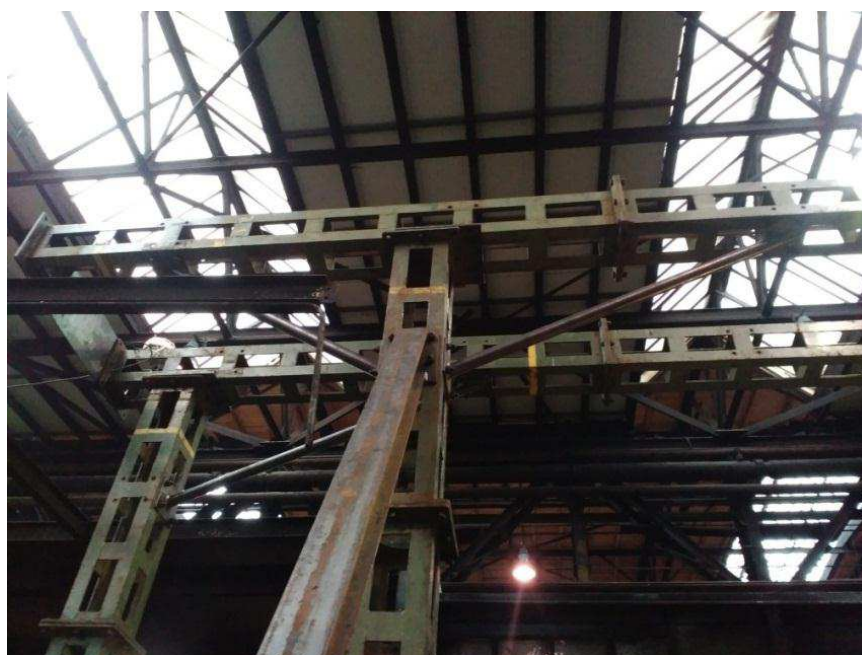
Zesílené profily Heb 140 (obr. 21) byly vkládány do otvorů nosníku a setrvačnicku ručně. Po vložení nosníku jsme navařili na obou stranách nosníku zarážky 100 x 200 mm. Zarážky brání nežádoucímu posunutí nosníku. Po instalaci zesílených nosníků zbývalo uchytit hřídel propojovacím nosníkem.





Obr. 21 – Zesílený profil Heb 140

Poslední fází přípravy ocelové konstrukce byla instalace dvou hlavních podpěr (obr. 22). Podpěry byly zvednuty pomocí jeřábu a uchyceny šrouby ke konstrukci. Na spodní straně podpěry byl pomocí kysliko-acetylenového hořáku upraven tvar podpěry tak, aby doléhal na přivrtnaný plech. Po úpravě byl profil zavařen společně s plechem tloušťky 20 mm.



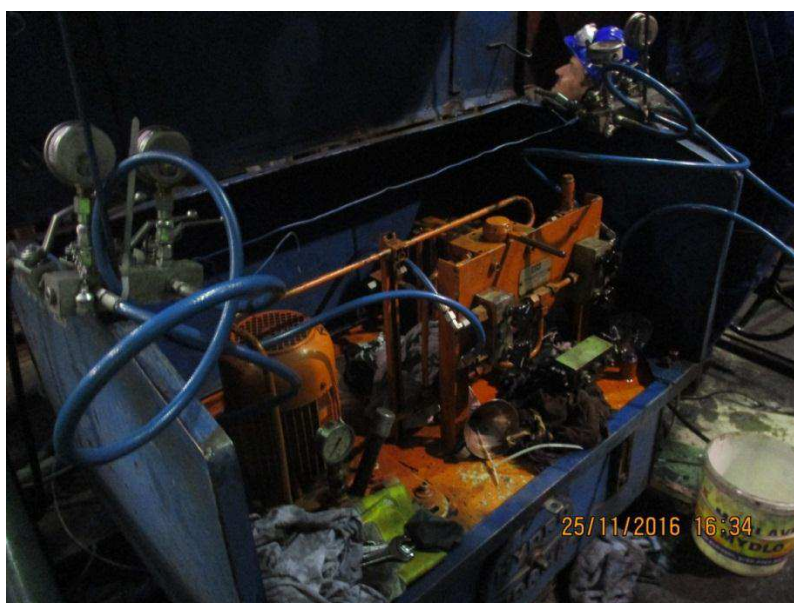
Obr. 22 – Montáž vzpěr

### 4.3 Zdvih a spuštění

Montáž podpěrné konstrukce probíhala vcelku bez problému. Motor byl připraven k zdvihu den před smluveným termínem. Zbývalo rozmístit hydraulické válce (obr. 23) a zapojit čerpadlo (obr. 24). Pro zapojení a obsluhu hydraulického čerpadla byl vybrán pracovník, který je pro práci s hydraulikou proškolený.



Obr. 23 – Příprava před zdvihem



Obr. 24 – Hydraulické čerpadlo



Před začátkem zdvihu byli přizváni odborníci z oddělení technické kontroly a svařovací technolog. Kolegové provedli kontrolu sváru a celkové kompletnosti sestavené konstrukce. Po provedení všech kontrol nic nebránilo zdvihu elektromotoru.



Obr. 25 – Zdvih

Začátek zdvihu motoru probíhal podle mých představ. Po provedení prvního kroku zdvihu jsem znovu vizuálně prověřil celou konstrukci. Během zdvihu jsme neustále kontrolovali nivelitu sestavy (obr. 25). Vodováhy byly rozmístěny na koncích hřídele a podpěrných nosnících. Zdvih jsme prováděli po 140mm krocích. Hydraulické válce každým krokem vytlačily zařízení o 150 mm výš. Po ukončení kroku jsme vložili na určená místa podkladky ze zesíleného profilu Heb 140 a pumpy pomalu vypustili. Takto jsme pokračovali krok za krokem. Po čtvrtém kroku ve výšce + 480 mm začal protékat jeden hydraulický válec. Čerpadlo a válce prošly před zdvihem technickou revizí, přesto nebyly úplně spolehlivé. Naštěstí jsme měli připraveny náhrady. Nemohli jsme si dovolit čekat na opravu čerpadla, případně riskovat zdvih s vadným válcem. Po výměně vadného válce pokračoval zdvih bez problému až do požadované výšky (obr. 26 - 27).



Obr. 27 - Konečná výška



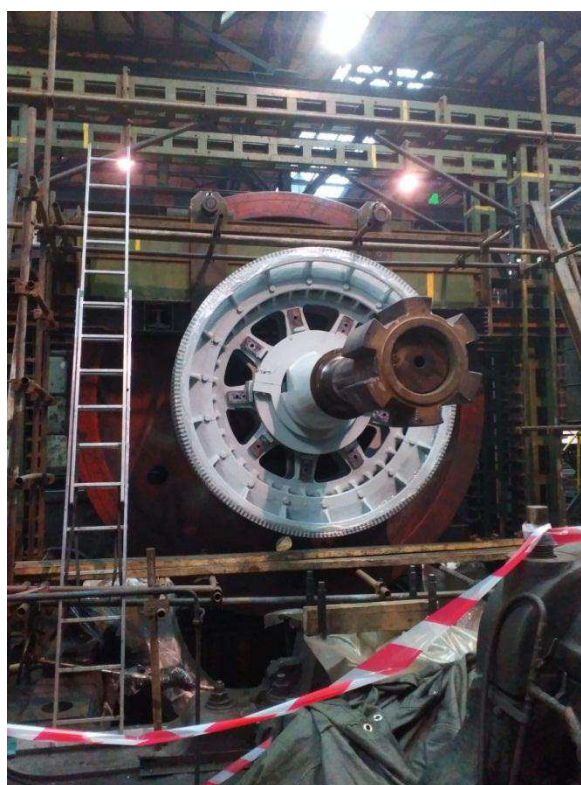
Obr. 28 – Motor v požadované poloze



Po ukončení zdvihu jsme uklidili pracoviště a předali jej odborné firmě, která prováděla demontáž komutátoru (obr. 29). Po úspěšné demontáži komutátoru jsme opustili pracoviště. Po dobu naší nepřítomnosti probíhaly renovační práce na celé sestavě motoru (obr. 30).



Obr. 29 – Demontáž komutátoru



Obr. 30 – Renovovaný rotor

Po několika dnech jsme se vrátili na pracoviště a provedli spuštění motoru. Práce probíhaly obdobně jak při zdvihu. Motor byl spouštěn po 140mm krocích. Po usazení motoru do ložisek byla provedena demontáž ocelové konstrukce a úklid pracoviště.



Obr. 31 – Příprava na spuštění



## 5 Závěr

Diplomová práce je rozdělená na tři samostatné ale úzce související části.

V první části jsem popsal stručně průběh výběrového řízení, které začíná poptávkou objednatele, pokračuje prohlídkou staveniště a návrhem konstrukčního řešení.

V druhé části jsem popsal důležitou část celého projektu a tou je příprava realizace. Během přípravy jsem se snažil podrobně promyslet časový průběh celého projektu a popsat technologický postup realizace při dodržení příslušných norem a zákonů.

Třetí část mé práce popsala průběh celé realizace. Samotná realizace odpověděla na otázku „Zpracoval jsem první dvě části diplomové práce v dostatečně kvalitě tak, abychom mohli realizovat projekt?“. Odpověď zní: „Ano“. Realizace probíhala přes drobné komplikace podle mých představ. Měli jsme zajištěno veškeré nářadí, technologický postup jsme dodrželi, práce provedli s časovým předstihem a co je nejdůležitější, neměli jsme žádný pracovní úraz.

# Seznam použitých zdrojů

- [1] ČSN EN 1090-2. *Provádění ocelových konstrukcí a hliníkových konstrukcí: Technické požadavky na ocelové konstrukce*. Evropský výbor pro normalizaci, 2010.
- [2] *Nariadení vlády o bližších požiadavkách na bezpečnosť a ochranu zdravia pri práci na pracoviskách s nebezpečím pádu z výšky alebo do hĺbky*. In: . 2005, číslo 362.
- [3] ČSN EN 1492-1 *Textilní vázací prostředky - Bezpečnost: Vázací popruhy ze syntetických vláken pro všeobecné použití*. 2009. Evropský výbor pro normalizaci.
- [4] Zákon o požární ochraně. In: *Sbírka zákonů*. 2000, číslo 237.
- [5] *Vyhláška Ministerstva vnitra, kterou se stanoví podmínky požární bezpečnosti při svařování a nahřívání živců v tavných nádobách*. In: . 2000, číslo 87.
- [6] ČSN EN 10204. *Kovové výrobky: Druhy dokumentu kontroly*. Evropský výbor pro normalizaci., 2005.
- [7] ČSN EN 287-1. *Zkoušky svářečů: Tavné svařování*. Evropský výbor pro normalizaci., 2004.
- [8] ČSN EN ISO 5817. *Svařování: Svarové spoje oceli, niklu a jejich slitin zhotovené tavným svařováním - Určování stupňů kvality*. Evropský výbor pro normalizaci., 2014.
- [9] ČSN EN ISO 17637. *Nedestruktivní zkoušení svaru: Vizuální kontrola tavných svarů*. Evropský výbor pro normalizaci., 2011.

## Seznam použitých zkratk

BOZP	- bezpečnost a ochrana zdraví při práci
ČSN	- české technické normy
OK	- ocelová konstrukce
OOPP	- osobní ochranné pracovní prostředky
EN	- evropská norma